

1ère partie	2ème partie	3ème partie	4ème partie	5ème partie	6ème partie
Production	Utilisation	Production	Memento	vers d'autres	Cuiseur Fresnel à
de la vapeur	de la vapeur	de glace	Technologique	horizons	conduite manuelle



6ème Partie Liste des chapitres:

Chap I Vue d'ensemble du cuiseur "Fresnel" à conduite manuelle



Accédez à la documentation complète de

<http://www.soleil-vapeur.org>

Conception du cuiseur

Chap II Le suivi du soleil par un capteur "Fresnel"

Chap III – Les miroirs sous tous leurs angles

► Chap IV – Les rayons de courbure des miroirs et largeur du flux réfléchi

Chap V – Le CPC du second étage et le couplage du premier et du second étage

Chap VI – Paramètres, choix initiaux, et commentaires

Etude du cuiseur

Chap VII – Etude des poutres du premier étage

► **Chap VIII – Etude des miroirs du premier étage**

Chap IX – Etude du Concentrateur Parabolique Composé

Chap X - Etude de la charpente

Chap XI – Etude du dispositif de manœuvre ds miroirs

Chap XII – Etude du circuit de vapeur

Chap XIII – Etude de l'installation au sol

Construction du cuiseur

Chap XIV – Les poutres

Chap XV – Les miroirs

Chap XVI – Le Concentrateur Parabolique Composé

Chap XVI I– La charpente

Chap XVIII – Le dispositif de manœuvre des miroirs

Chap XIX – Le circuit de vapeur

Chap XX– Installation du capteur

Chap XXI – Variantes.

Chapitre VIII ETUDE DES MIROIRS DU PREMIER ETAGE

Pour une présentation rapide des miroirs du premier étage et de leur support: voir chapitre I page 6

page

2 Section I Choix définitif de la largeur des miroirs

- 5 Section II Dessin des profils-supports des miroirs
- 8 Section III Recherche du centre de gravité de l'ensemble poutre et miroir
- 9 Section IV Matériau, quantités, et découpe des profils
- 10 Section V Assemblage des profils
- 11 Section VI Assemblage des miroirs
- 13 Section VII Installation des miroirs sur les poutres ; stockage.

Section I CHOIX DÉFINITIF DE LA LARGEUR DES MIROIRS

Les études de conception ont permis de déterminer les rayons de courbure optimum en fonction de la latitude; mais pour une latitude donnée, la largeur des miroirs peut varier légèrement selon les choix de l'utilisateur, par exemple

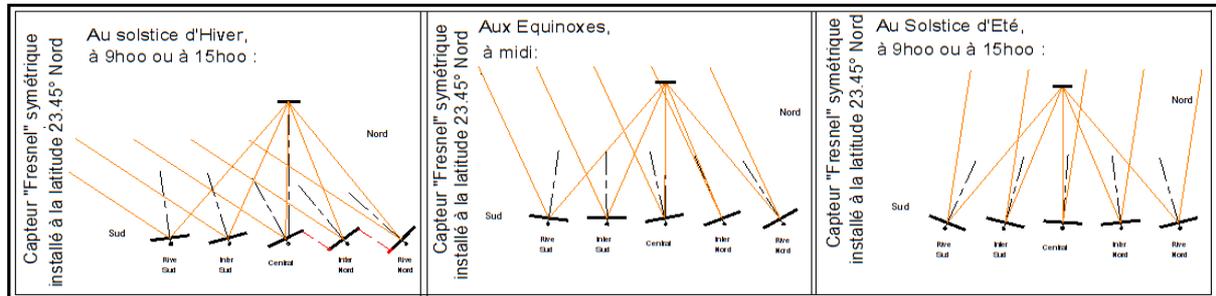
- s'il admet un certain effet d'ombre en début et fin de journée, au profit d'une meilleure production de vapeur pendant les heures autour de midi
- s'il admet, pour un ou deux miroirs, une sur-largeur temporaire du flux réfléchi et donc des débordements de part et d'autre de la pupille d'entrée du Concentrateur Parabolique Composé, avec en contrepartie un surcroît de puissance à d'autres moments, etc...

Le(s) choix sont à faire cas par cas, ils ne sont pas transférables tel quels d'une latitude à une autre.

Nous poursuivons ici sur le cas de figure d'un capteur installé à la latitude 23.45°N, qui avait déjà été envisagé au chapitre III section III pour ce qui est des positions angulaires des miroirs, et au chapitre IV section III pour ce qui est des rayons de courbure.

Télécharger sous un logiciel de DAO (ici: Draftsight) le "tableau récapitulatif simplifié" disponible à cet effet au chapitre III Section III § 6, page 11, et conserver uniquement la partie qui nous intéresse, à savoir la latitude 23,45° Nord . Nota: lorsque le fichier se télécharge, il est parfois préférable de ne pas l'ouvrir immédiatement, mais de l'enregistrer, puis de l'ouvrir, sans quoi il risque de n'être disponible qu'en lecture seulement.

Ci dessous: l'extrait du tableau est quasi-illisible, mais peu importe (il est toujours possible de charger le tableau en .pdf zoomable ad libitum à la page 11 du chap III)



Réorganiser ensuite les vignettes différemment, et tracer des cercles concentriques simulant des agrandissements de miroirs (voir page suivante)

Cercle en trait continu noir: Ø 400 mm, soit la dimension des miroirs initiaux.

Cercle en trait pointillé: Ø 500 mm

Cercle en tireté: Ø 600 mm

Les cercles ont pour centre le milieu du miroir. Eût-il été plus judicieux de les centrer sur l'axe de rotation ?

Pour ce qui concerne l'effet d'ombre:

A l'aide d'un simple double décimètre que l'on translate parallèlement aux rayons incidents, ou bien en translatant les rayons incidents sous Draftsight, il est aisé de se rendre compte de l'effet d'ombre aux trois moments repères (aucun nouveau tracé de rayon incident ni d'effet d'ombre n'a été effectué, pour ne pas embrouiller les schémas à loisir).

Pour ce qui concerne la largeur du flux réfléchi:

A l'aide des schémas du chapitre IV, section III, §1 à 5, il est possible d'approcher quelque peu les effets de l'élargissement des miroirs sur la largeur du flux réfléchi.

Tout bien pesé -et il y aurait ici autant d'avis que de décideurs- la solution retenue ici est:

Miroir rive Sud: largeur 600 mm, rayon de courbure 5 400

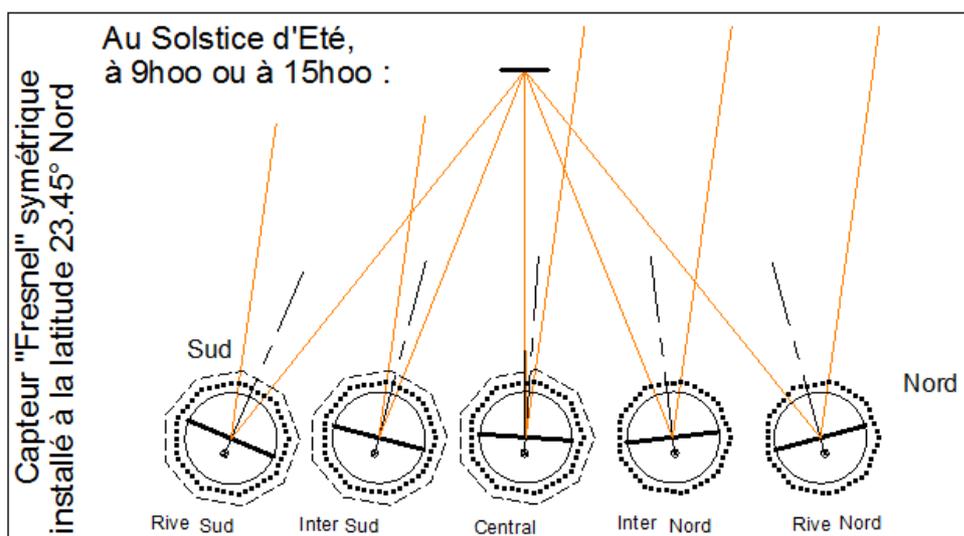
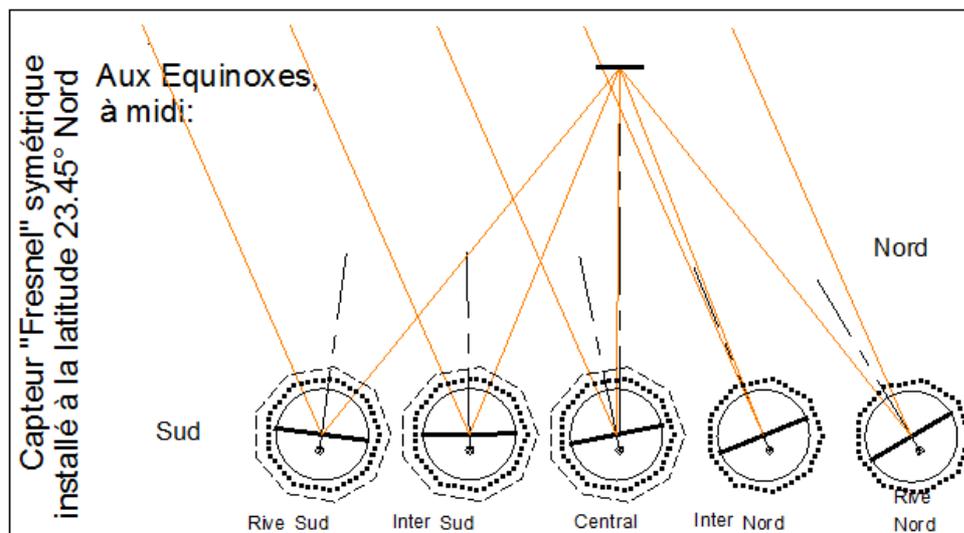
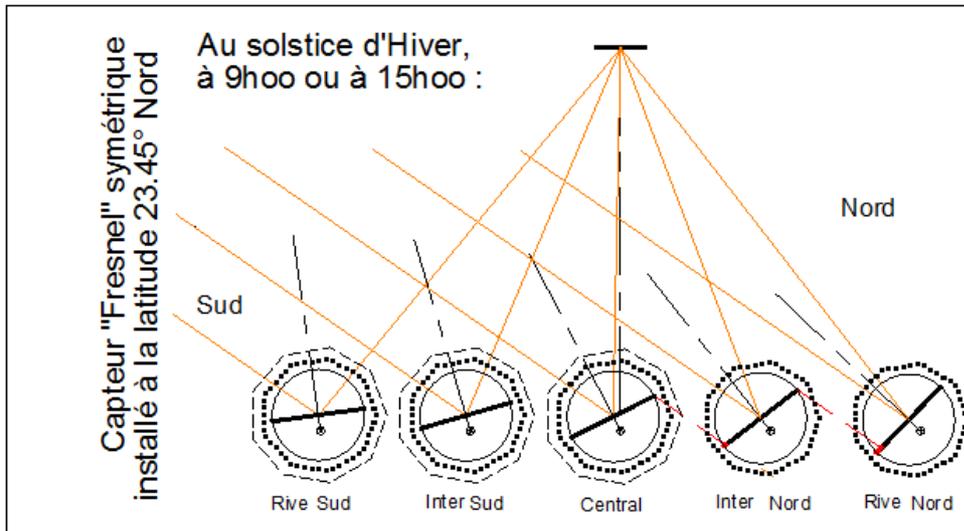
Miroir Inter Sud: largeur 550 mm, rayon de courbure 3 950

Miroir Central: largeur 500 mm, rayon de courbure 3 450

Miroir Inter Nord: largeur 500 mm, rayon de courbure 3 600

Miroir Nord: largeur 500 mm, rayon de courbure 4 350

La production de la machine se trouve ainsi améliorée de 20 à 25% environ, et à peu de frais.



Section II – DESSIN DES PROFILS SUPPORTS DE MIROIRS

(voir schéma page suivante)

La sous-face du profil

Il convient de tenir compte

- du profil exact des poutres en tôle, qui est légèrement inférieur à la cote théorique de 330 mm, en raison des rayons de courbure des outils qui varient d'une plieuse à une autre
- d'un redans de 15 mm environ pour le maintien latéral des profils sur la poutre
- d'un appui de 15 mm environ; c'est la partie du profil qui repose sur la poutre
- d'un évidement de 5 mm pour éviter les têtes de rivets sur la face supérieure de la poutre

Hauteur commune à tous les profils : 35 mm

La tangente "horizontale" de la courbure des miroirs se trouve donc à 70 mm de l'axe "vertical" de la poutre qu'elle coupe au point T: c'est bien cette cote de 70 mm qui était prise en compte dans les chapitres III et IV

Tracé de la courbure du miroir

Le tracé est un arc de cercle dont le centre se situe dans l'axe de symétrie de la poutre.

Note concernant la DAO : il est possible qu'une bizarrerie apparaisse lors du tracé du cercle, lequel est tracé en DAO comme une suite de segments. Le dessinateur peut paramétrer la qualité d'affichage du cercle, au détriment bien sûr du poids du fichier. Si les segments sont trop grossiers, il arrive que l'intersection du cercle avec une autre droite ne s'affiche pas sur l'écran ; ce n'est pas bien grave, car l'intersection est prise en compte dans les calculs.

Sous Draftsight : taper "QualitéAffichage" dans la ligne de commande", et paramétrer entre 1 000 et 20 000.

Les extrémités du profil

Pour délimiter l'extrémité des profils selon la largeur déterminée précédemment, tracer un cercle centré sur le milieu du miroir, dont le rayon est égal à la demi largeur du miroir.

Tracer ensuite une échancrure de 6 x 6 mm pour installer un fil de fer Ø 3 à 4 mm en rive des tôles support des miroirs, afin d'éviter leur "matelassage"

Les percements

Les profils sont assemblés par des tiges filetées Ø 8 mm, pour lesquelles il convient d'effectuer trois percements Ø 8,1 mm.

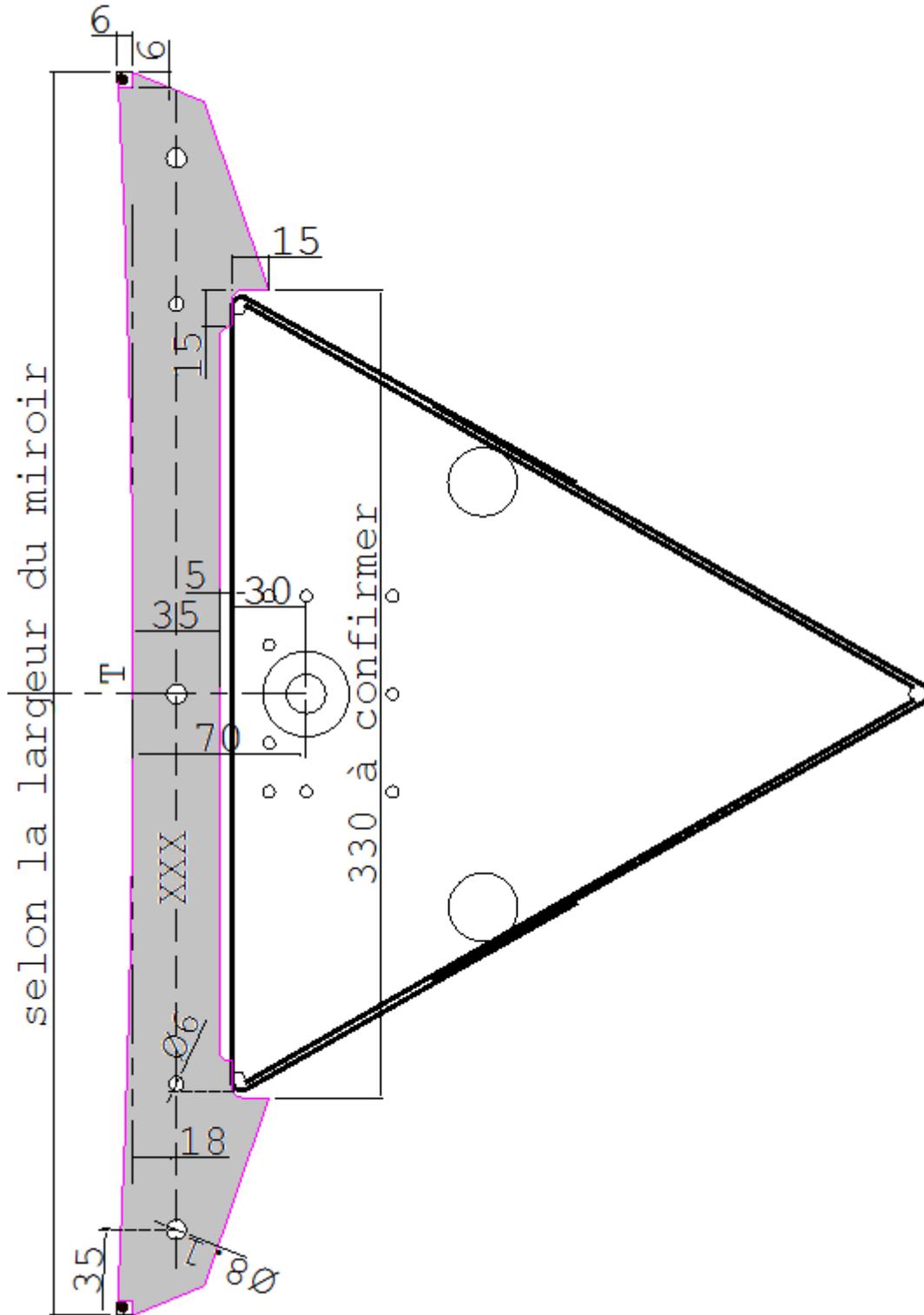
Lors des (rares) manutentions, le miroir doit être saisi par sa structure, par exemple par les tiges filetées, et non par les tôles des miroirs. Il convient donc de positionner les tiges filetées de rives pour qu'elles soient "naturellement" accessibles au manutentionnaire.

Les percements Ø 6 mm sont destinés au passage de fils de fer Ø 3 ou 4 mm destinés à l'amarrage des éléments de miroirs sur la poutre à l'aide de sandows. Ils sont disposés à l'aplomb des arêtes des poutres.

Les percements sont installés à mi-hauteur du profil

Le marquage

Il est indispensables d'avoir un moyen facile d'identification des profils, le meilleur moyen étant de mentionner le rayon de courbure, exprimé en centimètres, sur chaque pièce, en même temps que la découpe.



Pour tracer un profil :

à partir du dessin de base ci dessous,

1-Confirmer la cote 330

2- prolonger l'axe vertical vers le haut, et pointer le centre du cercle à une distance du point T égale au rayon de courbure

3- tracer le cercle

4- pour délimiter les extrémités du profil, tracer un cercle centré sur T, de rayon égal à la demi largeur du miroir telle que fixée à la section précédente

5- prolonger de part et d'autre la droite en tiretés à mi-hauteur du profil, et tracer les percements $\varnothing 8,1$ à ~ 35 mm des extrémités

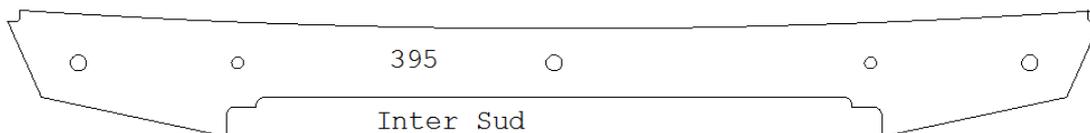
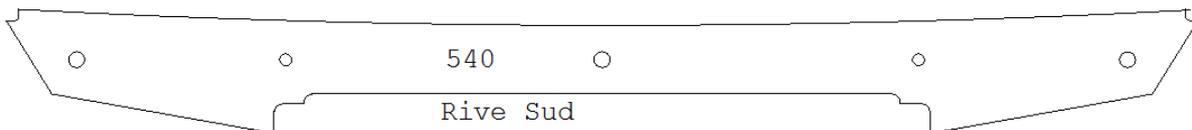
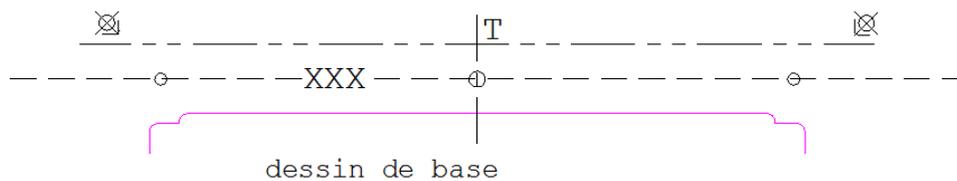
6- tracer les échancrures $\sim 6 \times \sim 6$ mm. Un modèle est disponible près du dessin de base. Placer le point à l'intersection des deux cercles.

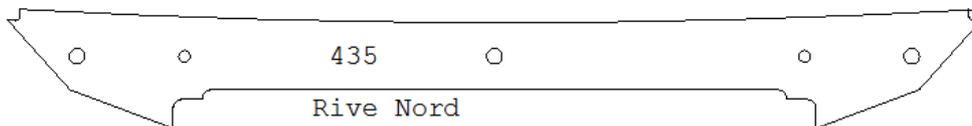
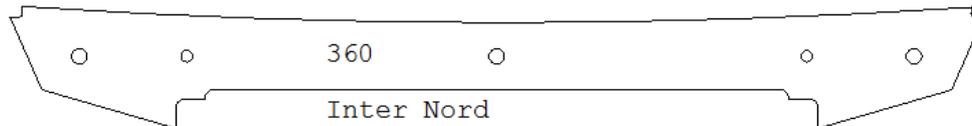
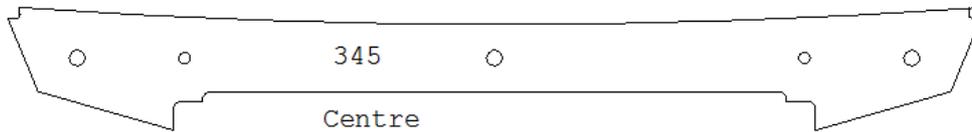
7- achever de tracer la sous face aux deux extrémités, à partir *du bas* de l'échancrure (et non à partir de l'intersection des deux cercles)

8- renseigner l'identité du profils

9- toiler le dessin, afin qu'il ne reste aucun tracé parasite ou en doublaison, qui viendrait perturber la découpe (sans oublier le centre du cercle de courbure, et les points tracés provisoirement qui se fondent dans le dessin).

Le fichier .dwg correspondant se trouve [ICI](#)





Section III – RECHERCHE DU CENTRE DE GRAVITE DE L'ENSEMBLE POUTRE ET MIROIR

Il est désormais possible de rechercher l'emplacement du centre de gravité des poutres, sur lequel il conviendrait de placer l'axe de rotation de la poutre afin d'éviter un balourd désagréable pour le conducteur.

La démarche est très bien décrite dans des articles sur Internet, à rechercher au mot-clé "calcul du centre de gravité".

Une fois achevés tous ces calculs, on constate que le centre de gravité se trouve peu ou prou au niveau de la face supérieure de la poutre.

Compte tenu des nécessités de construction, à savoir : laisser un minimum de matière pour le support d'axe et pour sa fixation sur l'entretoise, l'axe est positionné à 30 mm en dessous de la face supérieure de la poutre, (voir chapitre précédent), il n'est donc délibérément pas positionné au centre de gravité.. Si le déséquilibre qui en résulte est une gêne pour la conduite du capteur, il sera toujours possible de lester les poutres, par exemple avec un coulis de mortier introduit à l'intérieur des poutres.

Il serait possible d'installer l'axe de rotation au dessus du niveau des poutres, mais cela entraînerait des complications délicates dans le cadre d'une auto construction.

Section IV – MATERIAU, QUANTITE et DECOUPE DES PROFILS

Matériau

les profils peuvent être découpés dans de la tôle ep 1 mm galvanisée à chaud (et non pas electro-galvanisées), ou dans de la tôle alu 1 mm ; pour les profils de petite taille, la tôle laquée de 0,8 mm peut convenir.

Il est possible aussi d'utiliser de la tôle noire, à galvaniser à chaud après découpe : on constate qu'il n'y a pas de déformation des profils, et les percements sont à prévoir au même diamètre

Quantité de profils

Les profils seront assemblés en éléments de 0,60m ou de 1 mètre, au choix, ces derniers étant plus fragiles aux déformations et aux chocs pendant les manutentions.

Pour les éléments de 0,60 m, prévoir 5 profils par éléments, soit 25 profils par poutre

Pour les éléments de 1,00 m, prévoir 7 profils par éléments, soit 21 profils par poutre.

La découpe des profils

De nombreux procédés permettent de découper les profils : poinçonneuse à commande numérique, laser, jet d'eau, etc. L'atelier Tech Shop LM d'Ivry sur Seine est équipé d'une machine de découpe à jet d'eau, il est donc possible d'y découper les profils, sous réserve d'une formation préalable et d'un abonnement

La machine de découpe travaille sous un logiciel spécifique, auquel il faut transférer les dessins exécutés en DAO.

Compte tenu de la faible épaisseur des tôles, il est préférable de les grouper par paquets de 10 et de les riveter – un peu comme cela a été fait pour les entretoises des poutres.

Compte tenu de la faible distance entre la buse de découpe et le paquet de tôles, il serait souhaitable d'utiliser des rivets à tête plate, qui affleurent les tôles, au lieu de rivets à tête bombée normaux. A défaut d'approvisionner des rivets à tête plate, une solution consiste à

- percer le paquet de tôles en vue du rivetage

- fraiser généreusement le perçage

- installer le rivet

- puis, avec un outil très simple (fer rond diamètre 12 mm environ, longueur 10 ou 12 cm, percé au tour à un diamètre légèrement supérieur au diamètre de la tige du rivet) frapper un coup de marteau sur la tête bombée du rivet, qui se transforme en tête plate. C'est une opération peu chère, bien moins chère en tous cas que le remplacement d'une buse cassée.

- achever le rivetage avec la pince

Sur la machine à jet d'eau, les pièces à découper reposent sur de longues traverses en tôle, et les profils ont une géométrie longiligne. Il serait prudent de prévoir de les disposer transversalement aux supports, et non pas longitudinalement, afin de ne pas risquer, pour une raison ou une autre, qu'une pièce bascule ou pivote malgré les tenons, ce qui risquerait là encore de briser la buse. C'est dès la phase de transfert du dessin dans le logiciel spécifique qu'il faut orienter les pièces dans le bon sens.

De même pour la découpe du chiffre d'identification des profils, prévoir au moins deux tenons lors des évidements des chiffres tels que 6,9 ou 0, toujours pour la même raison de protection de la buse. Ne pas prévoir de tenons sur la face d'appui du miroir, mais ne pas hésiter à riveter généreusement à l'intérieur et à l'extérieur du trait de coupe

Section V - ASSEMBLAGE DES PROFILS

L'assemblage des profils s'effectue avec des tiges filetées $\varnothing 8$ mm

Pour les assemblages de 0,60 m, il est possible d'approvisionner des tiges filetées de 2,00 mètres, par exemple Leroy Merlin ref Réf 67150720, moyennant une chute de 20 cm par tige.

Protection des tiges filetées : les tiges filetées sont électro galvanisées, et non pas galvanisées à chaud ; la tenue aux intempéries ne sera donc pas excellente, une mise en peinture serait la bienvenue, avec pour avantage secondaire de bloquer les écrous, qui ont tendance à se débloquer.

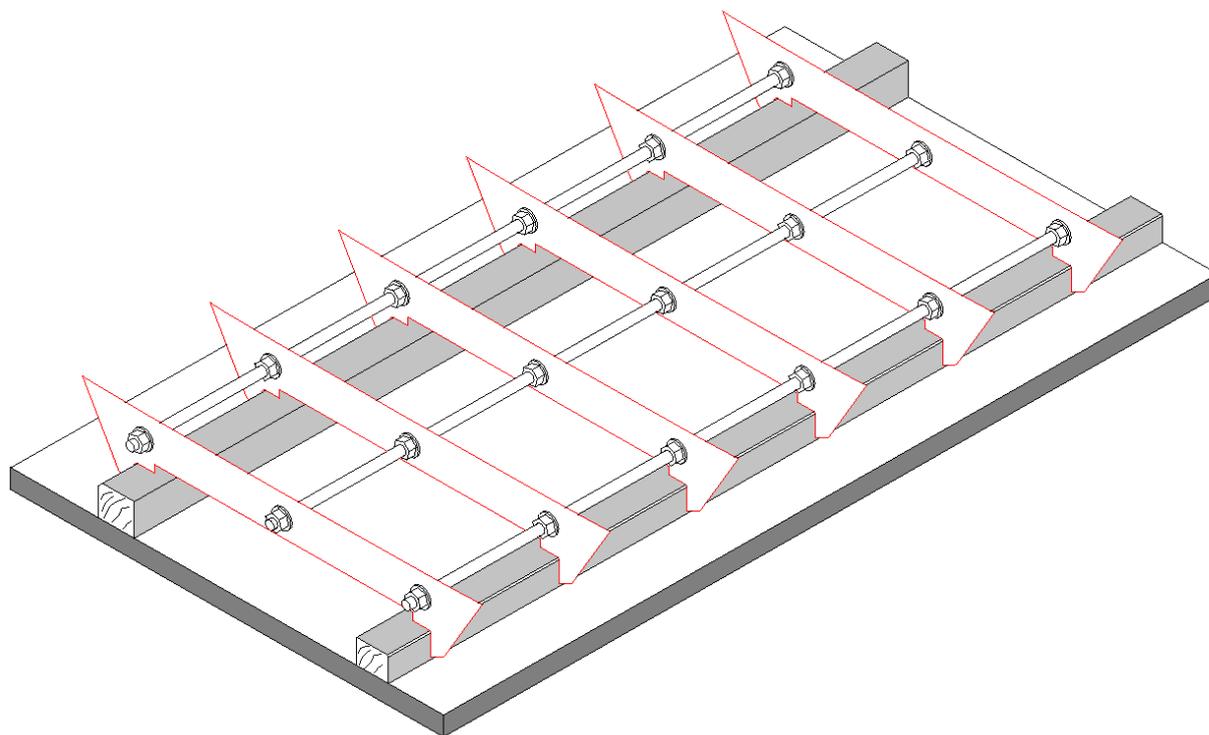
Confectionner un petit chantier d'assemblage des profils avec deux tasseaux installés (parfaitement d'équerre!) sur une plaque de contreplaqué. Pour tourner les écrous, un silent bloc installé sur le mandrin d'une visseuse rendra les plus grands services



Chaque extrémité de tige est garnie de deux écrous serrés l'un contre l'autre, dépassant hors de la tige de 1 mm environ, ils serviront de butoir pour écarter les miroirs entre eux sur quelques millimètres.

Un peu de peinture évitera qu'ils se desserrent.

Les profils sont répartis dans l'espace restant, à raison de 5 profils dans le cas d'assemblages de 0,60 m, et 7 profils dans le cas d'assemblages de 1,00 mètre



Section VI – ASSEMBLAGE DES MIROIRS

Il s'agit d'assembler la tôle de résistance sur les profils, puis de déposer la tôle miroir sur la tôle de résistance.

La tôle de résistance est assemblée sur les profils à l'aide de mastic-colle

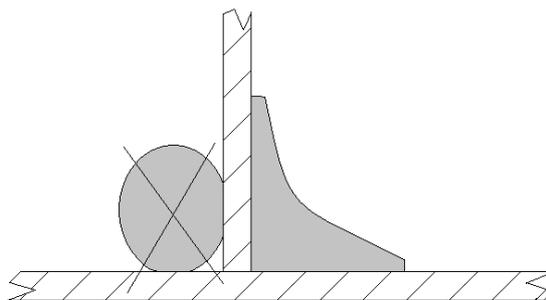
§ 1 COLLE ET MASTIC COLLE

Il est indispensable ici de bien connaître la différence entre le mastic colle et la colle.

La colle est un matériau plutôt fluide qui s'utilise en couche mince, et après séchage les deux pièces encollées sont liées entre elles de façon rigide. Le mastic-colle est un matériau pâteux qui s'utilise en formant un boudin qui ne sèche jamais, et l'assemblage des deux pièces conserve une certaine souplesse. La colle est mise en œuvre en pressant le tube qui la contient, le mastic-colle est mis en œuvre à l'aide d'un pistolet.

Mais pour que l'assemblage avec du mastic-colle conserve une certaine souplesse, il est nécessaire que le boudin ait un certain volume, et pour que l'assemblage soit résistant, il faut que le mastic adhère correctement aux deux pièces à assembler.

Voir ci contre l'assemblage de deux tôles ; sur la gauche, le mastic colle est mal mis en œuvre et la section du boudin est inutilement trop importante ; sur la droite, le bon rapport entre la surface d'adhérence et le volume permet de conserver de la souplesse à l'assemblage. Dans notre cas, un accrochage sur une largeur de 8 à 10 mm de chaque côté est satisfaisant. C'est la rigidité et la rectitude de la poutre en tôle qui maintiennent les éléments dans la géométrie souhaitée.



Les mastics vendus pour le calfeutrement des menuiseries métalliques extérieures conviennent bien. Par exemple : Sikaflex 1A.

§ 2 LA TÔLE DE RESISTANCE

La tôle laquée identique à celle des poutres est un bon choix ; ne pas utiliser de tôle galvanisée à chaud, le zinc formerait une "rouille blanche" qui gonflerait sous la tôle des miroirs.

Ne pas utiliser de colle non plus, qu'on risquerait aussi de déformer les miroirs

En longueur, la tôle doit être très légèrement en retrait des écrous-butoirs en bout de tige.

Pour la largeur, considérer que l'arc de cercle et la corde ont la même largeur (à quelques petits dixièmes de mm près)

La mise en œuvre de la tôle de résistance s'effectue en deux temps : d'abord positionner la tôle, et ensuite mastiquer.

1- positionner

...et pour ce faire, il faut faire presque le contraire de ce qui vient d'être exposé au § précédent, à savoir : utiliser du mastic comme de la colle... :...

- les profils boulonnés entre eux étant toujours sur le chantier d'assemblage, garnir le chant supérieur d'un filet très régulier de mastic de très faible diamètre de l'ordre de 1 mm. Sur la cartouche, utiliser une buse avec un orifice de très petit diamètre.

- positionner la tôle sur les profils ; il est indispensable d'effectuer l'opération avec un aide. Poser sur la tôle une couverture, ou des coussins, et charger le tout régulièrement afin que la tôle épouse bien la forme des profils
- et attendre le lendemain.

2- mastiquer

Préparer sur une table des coussins et /ou des couvertures pliées
saisir précautionneusement l'élément, et le retourner sur les coussins

- mastiquer les profils et la tôle

Pour lisser le mastic-colle, le bon choix est d'utiliser un petit morceau de pomme de terre de la forme d'une frite, dont on taille l'extrémité de façon adéquate pour obtenir un profil bien régulier. Commencer à positionner le fil de fer du § 3 en renfort des rives, qui repose sur les tôles. Attendre 24 heures avant de manipuler.

§ 3 LE RENFORT ANTI-MATELASSAGE

C'est un simple fil de fer inséré en rives du miroir dans l'échancrure prévue à cet effet , par exemple : fil de tension pour grillage, Ø 3 ou Ø 4 mm, chez leboutte.fr

Il est possible de redresser le fil de fer sur une rouleuse à tôle (par exemple : Tech Shop LM à Ivry sur Seine). Sur les rouleaux d'une rouleuse à tôle se trouvent quelques rainures de différentes taille, prévue pour cintrer (ou décintrer) du fil rond.

Si le fil n'est pas parfaitement rectiligne, ce n'est pas bien grave, pourvu qu'il aille en place sans forcer sur la tôle, et le mastic fera le reste.

On peut préférer se procurer de la tige lisse Ø 4 mm l = 2500 chez Point P, ref 1180225

§ 4 LA TÔLE MIROIR EN ALUMINIUM ANODISE POLI

Tout un chacun peut voir un échantillon de cette tôle dans de nombreux lieux publics ou magasins éclairés par des tubes au néon : la tôle sert de réflecteur aux luminaires encastrés dans les plafonds.

Depuis la fermeture de l'entreprise ex-Péchiney qui fabriquait des tôles miroirs dans les Alpes, l'approvisionnement en petites quantités en France devient problématique. On peut citer Richardson au Bourget, et Madreperlafrance.fr. La tôle miroir en aluminium anodisé dite "grand brillant" est vendue principalement pour les décors de magasins. Il existe une production d'aluminium anodisé poli en Allemagne, plus spécifiquement orientée vers l'énergie solaire ; à suivre. Pour ce qui est de la durée de vie, elle dépendra surtout du soin apporté aux miroirs ; in fine, c'est un matériau avec une très bonne valeur de revente.

La tôle miroir, d'une épaisseur de 0,5 mm, se découpe au cutter le long d'une règle métallique ; il est conseillé de fixer la règle en deux ou trois endroits avec un peu d'adhésif. Après deux ou trois passages de cutter, plier doucement la tôle le long d'une table, et les deux pièces se séparent facilement. Pour enlever le film de protection, tirer horizontalement, et non pas verticalement.

Pour fixer le miroir sur la tôle de résistance, installer un ruban adhésif sur son pourtour. Choisir un matériau résistant aux intempéries, par exemple un ruban d'aluminium. Le cas échéant, il est possible de refendre un rouleau trop large à l'aide d'un cutter. Ne pas utiliser de colle, ni liquide ni en bombe, qui risque de déformer la tôle miroir, en raison entre autres d'émanations gazeuses

Section VII - INSTALLATION DES MIROIRS SUR LES POUTRES

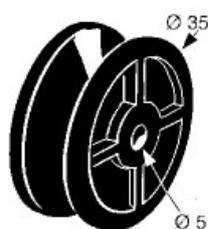
Avant d'installer les éléments de miroirs sur les poutres en tôle, protéger les deux arêtes supérieures des poutres avec un ruban adhésif toilé (le cas échéant, refendre le rouleaux en deux à l'aide d'un cutter), et vérifier que les profils des éléments de miroirs, à l'endroit où ils reposent sur les poutres, ne sont pas agressifs. Sinon, passer un léger coup de lime ou de bande abrasive à grain fin

Confectionner des estropes en sandow, à passer sur les tiges filetées de 8 mm ou sur des fils supplémentaires le cas échéant, et à passer sur les rosaces fixées sur les poutres. Prévoir deux estropes pour les éléments de 0,60, et trois estropes pour les éléments de 1 mètre

Pour confectionner les estropes, au lieu de faire un nœud avec le caoutchouc, il est possible d'utiliser des agrafes du type de celles utilisées pour amarrer les grillages de clôture sur les fils de fer, à mettre en œuvre avec une pince spéciale. ; on peut aussi simplement confectionner des anneaux brisés en gros fil de cuivre pour relier les deux extrémités de l'estrope.

Installer les rosaces coniques avec des rivets aveugles à tête large et/ou des rondelles inox en vue de la fixation des miroirs.

Les rosaces coniques, dites aussi rosaces d'écartement, sont utilisées notamment en plomberie, disponibles en inox ou en laiton ou en acier galvanisé.



On peut préférer des attaches de fixation de baches de remorque, parfois dites "poulie pour sandow", usuellement en plastique, et moins agressives pour les poutres lors du transport.

Installer les fixations à mi hauteur de la poutre

S'il est nécessaire d'installer des tiges supplémentaires pour le passage des sandows, le fil Ø 3 ou Ø 4 mm utiliser pour les renforts de rive devrait convenir., à maintenir par quelques noisettes de mastic-colle (replier une des extrémités à 90 ° sur 20 mm environ). Compte tenu du faible rayon de courbure du sandow sur les fils de fer, des chutes de tubes Ø20 mm environ seraient les bienvenues.

Enfin prévoir la construction d'une caisse pour le transport et pour le stockage des miroirs, par exemple en adaptant les plans de la caisse proposée pour le capteur de 2m², en première partie de la documentation.